

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

92308A/51	E36 H06 Q73	AGEN 06.09.74	E(31-A) H(6-C1).
AGENCY OF IND SCI TECH		*J7 8044-048	
06.09.74-JA-103248 (25.11.78) F23c-11			
Two-stage combustion for <u>controlling nitrogen oxide(s) prodn.</u> - by adding regulated amt. of hydrogen to fuel supply			
In a two-step combustion process with control of NO <sub>x</sub> formation, <u>H<sub>2</sub> is added to the fuel</u> (such as heavy oil) supplied to the combustion apparatus. The mixing ratio of the H <sub>2</sub> to the fuel is such that the heating value of the H <sub>2</sub> is 5-50% related to the total heating value of fuels.(6ppW-76).			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 特許公報

昭53-44048

⑤ Int.Cl.<sup>2</sup>  
F 23 C 11/00識別記号 ⑥日本分類  
101 67 A 0  
103 67 D 0  
67 E 0

庁内整理番号 ④公告 昭和53年(1978) 11月 25 日

7411-3A  
6758-3A  
6689-3A

発明の数 1

(全 6 頁)

1

2

## ⑤水素を補助燃料とする二段燃焼法

②特 願 昭49-103248

②出 願 昭49(1974)9月6日

公 開 昭51-30630

③昭51(1976)3月16日

⑦発 明 者 佐野寛

豊中市待兼山町13の10

⑦出 願 人 工業技術院長

⑦指定代理人 工業技術院大阪工業技術試験所長  
(公害防止関連技術)

## ⑤特許請求の範囲

1 窒素酸化物抑制のための二段燃焼において、  
初段の燃料供給時に水素ガスを、全燃料の発熱量  
に対する水素の発熱量が5ないし50%の割合で  
添加して混焼することを特徴とした二段燃焼法。

## 発明の詳細な説明

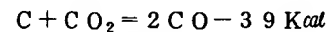
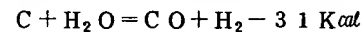
本発明は、燃焼装置における窒素酸化物(以下  
NO<sub>x</sub>と称する)の発生を抑制する燃焼法である  
二段燃焼法の改良に関する。さらに詳しくは、  
水素ガス添加により初段燃焼におけるガス化を促  
進し、NO<sub>x</sub>をより低減させる燃焼法に関する。

二段燃焼法におけるNO<sub>x</sub>低減率を支配する要  
素のうち最も重要な事項は、初段の空気比(以下λ<sub>1</sub>  
と称する)である。第二段の追加空気比(以下λ<sub>2</sub>  
と称する)は初段の不完全燃焼物を燃え切らすに  
足りれば十分であり、λ<sub>1</sub>とλ<sub>2</sub>の和である全空気比  
(以下λと称する)そのものはNO<sub>x</sub>低減率に直接大  
きな影響はない。ところが、単純にλ<sub>1</sub>を下げること  
には種々の問題点がある。即ち、第1に、すすの多  
発(第二段炎でもえ切れない)が防止できないため  
に重油で約0.7、石炭で約0.8がλ<sub>1</sub>の引下げ限界と  
されている。

第2に、第1図によつて明らかなように、同じλ<sub>1</sub>  
引下げてもNO<sub>x</sub>低減度は燃料の混合性によつて大  
巾に異なるということである。例えば、プロパン-

空気予混合炎Ⅰには灯油噴霧炎Ⅱよりもλ<sub>1</sub>引下  
げによるNO<sub>x</sub>低減度は激しい。換言すれば、ガス  
化および混合が進まなければ二段燃焼効果は強  
く発揮されないという点である。

5 本発明者は、ここで、ガス化がλ<sub>1</sub>引下げ限界  
を拡張できる点および同じλ<sub>1</sub>でも二段燃焼効果  
が強く効く点に着目し、ガス化促進の手段につ  
いて検討した。水吹込みおよび排ガス一部再循環  
は次の反応を炎の中で起し、炭粒をガス化し、黄  
炎を青炎にすることが知られている。



しかし、炎温度低下による吹消えや熱損失のた  
め、これらの手段によるガス化は不十分にしかお  
こなうことができないということも知られている。  
一般にガス化の促進条件には次の三つが考えられ  
る。

(イ) H<sub>2</sub>OもしくはCO<sub>2</sub>の共存(ロ) 高温(900℃以上、好ましくは1300℃  
20 以上)

(ハ) 高温滞在時間の確保

しかるに、従来のガス化促進法の多くは、水吹  
込や再循環のように、(ロ)の条件悪化のもとに(イ)を  
強化するものが多かった。そこで次に高温かつ水  
蒸気リッチの条件を炎中に作り出すため、炎にお  
ける燃焼経過とその成分変化を第2図、第3図に  
もとづいて検討することにする。

第2図は、横軸に酸素の供給の進行度を空気比  
によつて表わし、縦軸には燃料構成成分の炭素(C)  
および水素(H)の量をそれぞれの酸素当量(C/モルは  
0の2当量、H/モルは0の1/2当量となる)によつて表  
示してある。第2図は燃焼経過を次のように各期に分  
けてモデル化して簡単に炎進行を理解するようにして  
ある。即ち、第2図において、

1期: 油の熱分解期。炭素と水素ガスとが発生  
する吸熱反応であつて、このときの温度は500

～900℃で炎の初期に起る。

Ⅱ期:  $H_2$  燃焼期。あらゆる可燃ガスのうちもつとも燃焼速度の速い水素ガスが燃焼し、高温  $H_2O$  を生成する。

Ⅲ期:  $CO$  発生期。水素のもえ尽きたあと炭素が酸化して一酸化炭素を生成する不完全燃焼がすすむ。

Ⅳ期:  $CO$  燃焼期。一酸化炭素がもえ切り、炭酸ガス ( $CO_2$ ) を生成して炎の燃焼は終了する。

第2図はかなり極端な近似であつて、実際の重油燃焼経過ではⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ期が互いに重なり合つて起る。すなわち炎の分析で知られていることは、

(イ) 重油は熱分解により  $H_2$  と  $C$  のみでなく富  $H$  型の炭化水素  $C_4H_4$  や富  $C$  型炭化水素  $C_2H_2$  などをも併発する。

(ロ)  $H_2$  の消失しないうちに  $CO$  発生が始り、さらに少量ながら  $CO_2$  も発生が始つている。

(ハ) 炭粒は直接酸化され  $CO$  にガス化される他に、共存する高温  $H_2O$  により水性ガス化反応を受けて急速にガス化する(ただし水性ガス化反応で生ずる  $H_2$  はすぐ燃焼して高温  $H_2O$  へ戻るから、 $H_2$  は濃くならない)

(ニ)  $CO$  燃焼期に入つても残っている炭粒はゆつくりもえて取り残され、すすとなつて脱出する。すすと当量だけ  $O_2$  は余り、 $\lambda = 1$  においても  $O_2$  濃度はゼロにならない。

以上のようなことを組入れて得られた重油燃焼経過図が第3図である。ここで二段燃焼の場合を考えると、たとえば  $\lambda_1 = 0.7$  において空気補給を中断し、炎が若干冷却してから再び空気補給が再開され  $\lambda = 1$  まで達する。この場合  $CO$  の燃焼はほとんど支障ないが炭粒は特に低温でいちじるしく燃焼速度がおそく、もえ切れなくなる。そこで二段燃焼で  $\lambda_1$  を引下げるためには、炭粒ガスを  $\lambda$  のまだ小さな炎初期～中期に大いに促進することが必要であることが判明した。そのためには高温  $H_2O$  を炎に付与する方法を案出しなければならぬ。

本発明は、上記の目的を達成するために、水素ガスを少量混焼させ、それにより高温  $H_2O$  を炎に効果的に供給するようにした点を特徴とする。即ち、第4図にみられるように、混焼される水素ガスは優先的に燃焼し、高温  $H_2O$  となり炭粒ガ

スを促進する。水吹込みによつても炎中  $H_2O$  を増大させることはできるが、 $H_2O$  の濃い部分は周囲よりも低温部となるため  $H_2O$  の存在量の割合に炭粒ガス化能は低い。一方燃焼生成した高温  $H_2O$  は、必ず周囲よりも高温部となるので  $H_2O$  は少量でも炭粒ガス化能は高い。このような理由により水素ガス混焼は  $\lambda_1$  を引下げてもすすの少ない二段燃焼が可能であるということが判明した。すなわち、初段に水素ガスを混焼して、 $NO_x$  抑制のための二段燃焼効果を十分に發揮させることができるという事実が判明したのである。

本発明はこの事実にもとずいたものであつて、これをさらに詳述する。

水素ガスの混合率と  $NO_x$  の発生量について、発明者は実験により第5図の結果を得た。

即ち、水素ガスの初段における混焼においては、水素の混焼度および  $\lambda_1$  がもつとも重要で、次いで水素の混合法および主燃料の選定が問題となる。水素の混焼度(全燃料に対する水素の量を発熱量%で表示したもの)が5%以下では水素無添加と大差がない。 $\lambda_1$  が1.0より大きい時は、 $H_2$  混入で炎温度が上昇する影響のみが強く、 $NO_x$  はかえつて増大する。 $\lambda_1$  が0.9以下になるとしだいに  $H_2$  混焼の効果がはつきりしてくる(第5図参照)。

第5図によれば初段の供給空気が少い時ほど  $H_2$  添加による  $NO_x$  低下(曲線の傾斜)は激しい。第5図には表われていないが、 $\lambda_1 = 0.7$  以下では  $H_2$  混合がないとすすの発生が激しく燃焼自体が不良である。水素ガスの混合は、油など主燃料の噴霧用に使うのがよく、噴霧用水蒸気に混合するのもよい。油バーナーと別バーナーをもちいても、直接炎の中に  $H_2$  が突込まれるようにすればかなりの効果がある。しかし、水素バーナーが主バーナーとあまり離れすぎると、 $NO_x$  の値はもとの排煙  $NO_x$  と水素排煙  $NO_x$  の単純和となり  $H_2$  混焼による抑制効果は消失する。主燃料は残留炭素分が多く高  $NO_x$  性の燃料ほど  $NO_x$  削減率は大きく現れる。これは本方法が炭粒ガス化作用によつて  $NO_x$  低減を果しているのが当然である。また高  $N$  分の燃料ほど  $NO_x$  削減率は高い。これは  $\lambda_1$  の低減度が大きいから  $NO_x$  抑制が効くためであろう。

本方法の要件としては、初段燃焼条件の設定が

5

重要であつて、第二段の燃焼条件はそれほど重要ではない。第二段バーナーの位置は、初段バーナーとの間隔がゼロの時は二段燃焼効果が消失し、間隔を延長するほど $\text{NO}_x$ 低減効果が高まる。間隔が長すぎると炎が冷却し過ぎて、十分に空気を与えても不完全燃焼となるが、本方法では初段でガス化が進み、もえ易い $\text{CO}$ などが主体であるため比較の間隔を長くしても差支えない。追加空気比 $\lambda_2$ は完全燃焼に十分であれば差支えない。したがって全空気比 $\lambda$ は、1よりやや大きいことが必要である。

次に本方法の効果を列挙すると、

- (1) 従来すす多発のために二段燃焼による $\text{NO}_x$ 低減が十分におこなえなかつた重質油や高炭素燃料を容易に低 $\text{NO}_x$ 化することができる。
- (2) 現在は化石燃料より高価である水素ガスを、主燃料に対して大量に使用せずに低 $\text{NO}_x$ 化効果を発揮させることができるので水素の無公害※

6

※ 化用燃料としての用途を開発することが期待できる。

- (3) 他の多くの $\text{NO}_x$ 抑制燃焼のように炎温度低下を必要としないので、燃焼不安定などのトラブルをまったくもたない。

実施例

C重油を10～5ℓ/時、水素ガスを0～20 $\text{Nm}^3$ /時の速度で供給し総発熱量を約10万 $\text{Kcal}$ /時に保つて混焼をおこない、排煙の $\text{NO}_x$ およびばいじん濃度を測定した。燃焼炉は直径50 $\text{cm}$ 、長さ2.5 $\text{m}$ 横型で初段バーナーは末端に、第二段バーナー(二次空気供給のみ)は炉体のほぼ中央部にある。水素ガス混焼法は油圧バーナー噴出孔わきに水素ガスを直接噴射した。その結果を第1表に示す。第1表中、 $\text{H}_2$ 混焼率は水素の発熱量に対する%、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ はそれぞれ初段・第二段供給空気比であり、 $\lambda$ は全空気比( $=\lambda_1+\lambda_2$ )を示す。

第 1 表

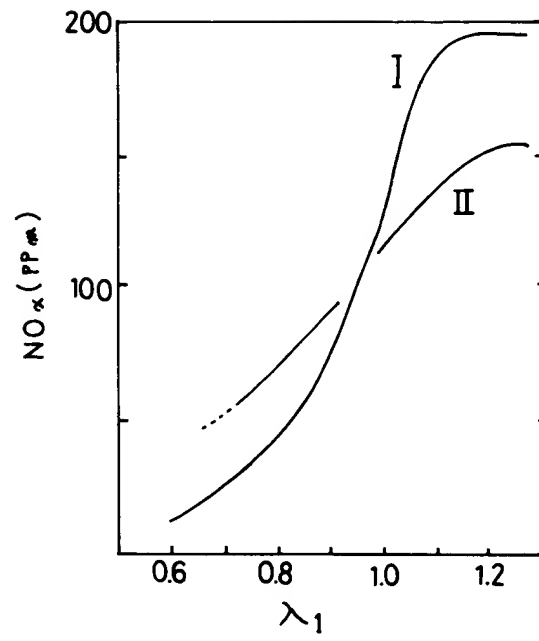
No	$\text{H}_2$ 混焼%	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda$	$\text{NO}_x$ p.p.m	ばいじん $g/\text{Nm}$
1	0	0.9	0.4	1.3	260	0.85
2	0	0.75	0.75	1.5	230	1.5
3	5	0.9	0.4	1.3	255	0.15
4	5	0.75	0.75	1.5	200	0.72
5	15	0.9	0.4	1.3	245	0.09
6	15	0.75	0.75	1.5	130	0.25
7	50	0.9	0.4	1.3	180	0.08
8	50	0.75	0.75	1.5	60	0.09

図面の簡単な説明

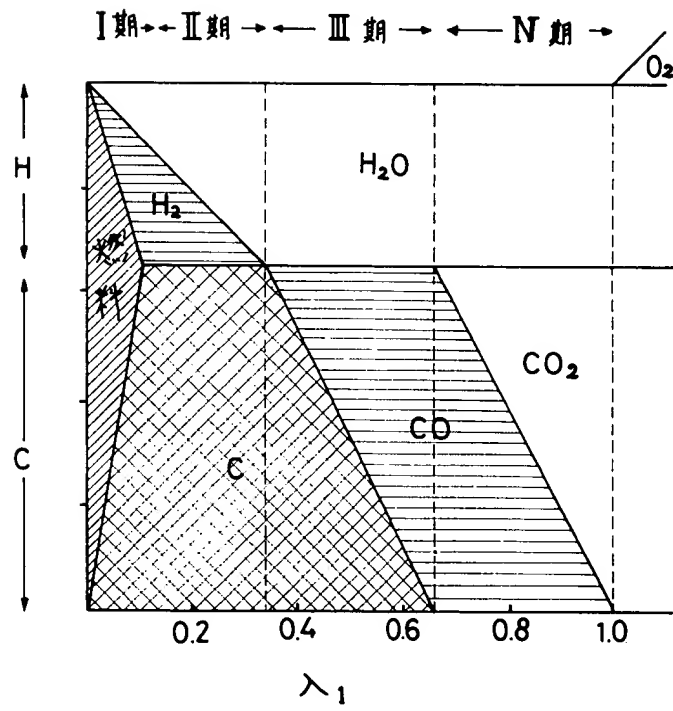
第1図は初段燃焼における空気比( $\lambda_1$ )と排煙( $\text{NO}_x$ )との関係を示すグラフ。Iはプロパン予混合炎、IIは灯油噴霧炎。第2図は、理想燃焼経過と成分変化のモデル図で、成分量はそれぞれ酸素当量を表示している。第3図は、重油燃焼

経過と成分変化の第2図と同主旨の図である。第4図は、水素添加時の燃焼経過と成分変化を示すもので、第2図と同主旨のグラフである。第5図は、水素混焼率と排煙 $\text{NO}_x$ との関係を示すグラフで図中 $\lambda_1$ は初段供給空気比である。

第1図

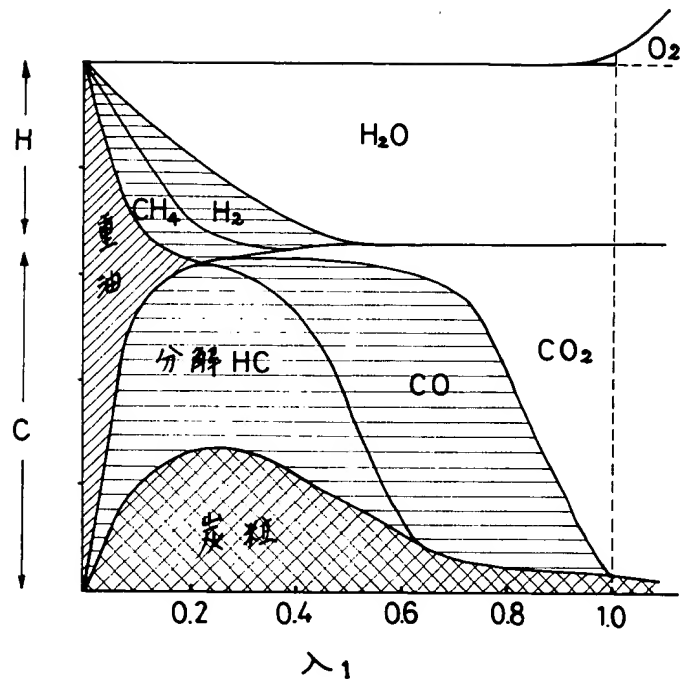


第2図

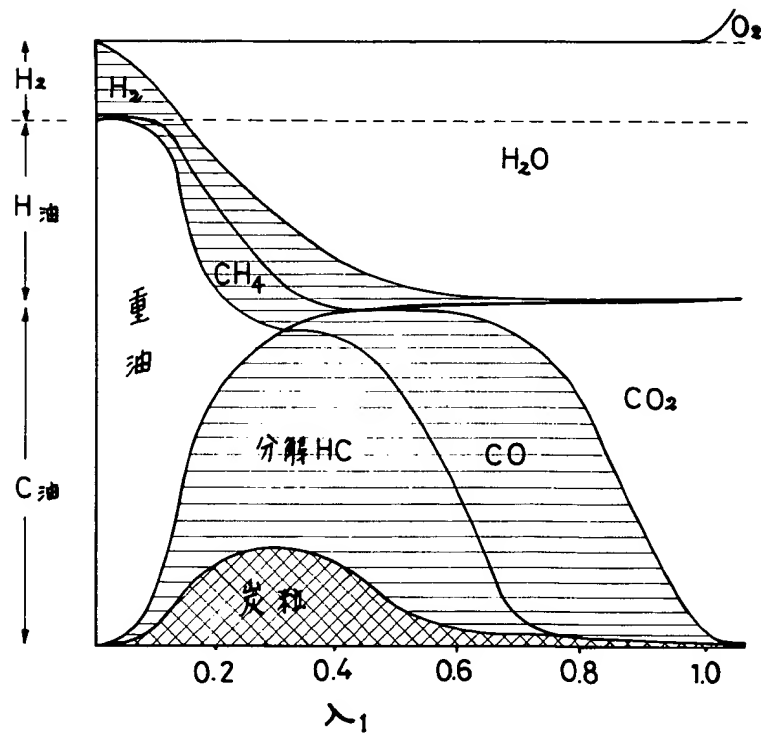




第3图



第4图



第 5 図

